Futuro

PETROQUIMICA

LA FIEBRE DEL ORO NEGRO

Hasta que alguien —con poder— opine lo contrario, nuestro resurgimiento económico parece estar inevitablemente vinculado al desarrollo de la industria petroquímica. El ingeniero Miguel Santiago, ex investigador del CONICET en esta área y asesor de la presidencia de Petroquímica Bahía Blanca, subraya en este suplemento que el rey Midas no existe y que la investigación sigue siendo imprescindible si soñamos con esas cataratas de dólares que por el momento sólo reciben los exportadores.



2/3 Ciencia y Arte: parecido y diferente, *por Matías J. Spangenberg*

VALVAS

"En la isla Rossel se utilizan como moneda dos variedades de discos de valvas de moluscos. Los discos se llaman Dap y Kö. Hay veintidós tipos de Dap, cada uno de los cuales lleva un determinado nombre y comprende cierto número de piezas triangulares hechas con valvas rojizas. El Kö es una unidad integrada por diez discos hechos con valvas de almejas, y existen dieciséis tipos de Kö. Hay cambistas que prestan los diferentes discos y exigen, por supuesto, intereses. Aunque el uso de estas ristras de valvas esté muy difundido, y aunque el valor de muchos objetos se determine en relación con ellas, parece no alcanzar aún la capacidad de aplicación universal lograda por el dinero en nuestra sociedad."

Tipos Humanos, Raymond Firth; EUDEBA.



Petroquímica

LA FIEBRE DEL ORO NEGRO

El club del Plapiqui

Mientras Palito Ortega, Violeta Rivas y Johnny Tedesco se desgañitaban en el Club del Clan, ellos terminaban la carrera de Ingeniería Química en la Universidad del Sur y pensaban cómo formar su propio club. Junto a un grupo de docentes que compartía la misma inquietud se propusieron sentar las bases de un núcleo de relevancia nacional e internacional en su materia. Hace pocos meses festejaron los 25 años de vida del proyecto, que comenzó siendo un club y terminó en un modelo de integración universidad-industria que otros países intentan imitar.

Hoy no todos están en el "club". Algunos continúan investigando allí y ejerciendo la docencia siempre firmes a su idea original. Otros tienen cargos gerenciales en empresas químicas y petroquímicas o en otras instituciones académicas del país o del exterior. Lo que entonces parecía un sueño de juventud; "convertir a la Ingeniería Química en una disciplina motora de progreso", se hizo realidad. Sobre el trípode ideológico de docencia, investigación y extensión, se fundó la Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI) convirtiéndose en lo más semejante a un organismo vivo: es activo y cambiante y requiere una permanente introspección para mantener el delicado equilibrio de la supervivencia.

Primero se organizaron los laboratorios, talleres, se adquirió alguna bibliografía y se modernizó el contenido de las asignaturas de especialización de la carrera de Ingeniería Química. Se iniciaron modestos proyectos de investigación y la "Industrialización Integral de las Manzanas", junto a la provincia de Río Negro, se constituyó en la primera actividad de extensión y tema prioritario de investigación. El grupo creció y se empezó a hacer conocer. Llegaron los profesores de Yale, el MIT o del Imperial College de Inglaterra, hasta que en 1972 la ONUDI le otorgó un subsidio para equipamiento menor. Después vinieron los convenios con empresas. Hasta que se produce la definitiva institucionalización a través de su integración al sistema de Institutos del CONICET. Petroquímica y tecnología de alimentos serían las dos áreas fuertes del PLAPIQUI del futuro, ambas al servicio del desarrollo regional.

Cuenta la historia que llegó al país, en 1976, una misión del PNUD para evaluar un proyecto de asistencia técnica propuesto por PLAPIQUI. Concretarlo significaba unificar los intereses del CONICET, la UNS y las empresas miembro del Polo Petroquímico Bahía Blanca para impulsar la creación y transferencia de tecnología hacia el sector industrial. El sistema pasó a llamarse PLAPIQUI / PIDCOP (Programa de I-D para el Complejo Petroquímico Bahía Blanca) y hoy goza de una dinámica relación entre los sectores académico, científico - tecnológico e industrial que exporta su modelo al interior del país y al mundo en vías de desarrollo.

Por Susana Mammini

Que la Tierra es el reino del revés ya lo dice María Elena Walsh en sus canciones. Mientras a los países subdesarrollados recién están llegando las alfombras sintéticas, el mundo rico se desvive por los tapices persas. Mientras en la Argentina las industrias bajan sus persianas, una de ellas no sólo sobrevive sino que se da el lujo de crecer: la petroquímica.

El maldito "oro negro" que alumbró las calles de principios de siglo, se convirtió en el combustible marítimo, pasó luego a hacer andar los automóviles y hasta voló por los aires del brazo de los aviones y despertó su propia fiebre en la Texas del 1900, es hoy la base de las materias primas con las que se fabrica la vestimenta del mundo actual, los fertilizantes de nuestras gastadas tierras, las pinturas que remozan barcos y viviendas o los explosivos con que se desata una guerra.

Argentina es autosuficiente en petróleo, tiene bastantes recursos en hidrocarburos y una capacidad industrial instalada equivalente al 10% de América latina. Ocupa el lugar 56 en el ranking mundial de facturación de productos de petróleo. Sin embargo, la continua variación de las reglas de juego, la incoherencia existente entre la legislación y sus modos de aplicación, la política de apertura del mercado local a la importación de toda clase de productos manufacturados impuesta por la dictadura económica de Martínez de Hoz y las restricciones al uso de divisas, aparecen como las razones políticas que frenaron la inversión en el sector.

Recientemente, el ministro Rapanelli dijo que el futuro de la Argentina está en el petróleo y en el campo. Para demostrarlo, el pasado viernes 4 la vieja Texaco invirtió 25 millones de dólares en tareas de explotación de hidrocarburos anunciando su intención de comprar 300 estaciones de servicio y una destilería. El Plan Houston toca las trompetas de la caballería norteamericana. Argentina deberá templar el arpa de la investigación científica y tecnológica si quiere hacer del petróleo la soga que la sacará del pozo en que está sumergida.

Futuro conversó con el ingeniero Miguel de Santiago, ex investigador del CONICET en el área petroquímica, actual docente de la Universidad Nacional de La Plata y asesor de la presidencia de Petroquímica Bahía Blanca. El confirmó que sin investigación científica no hay petróleo que valga.

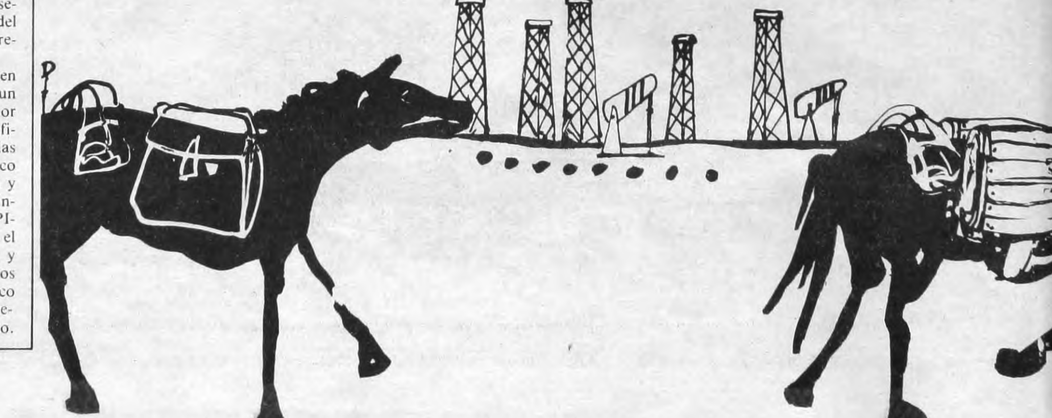
—Ingeniero, ¿puede decirse que la Argentina es un país petrolero?

—No podemos decir que Argentina sea un país petrolero, pero sí que tenemos recursos suficientes y muchas áreas inexploradas. Tenemos mucho gas asociado al petróleo, lo que se denomina "gases licuados" que constituyen la materia prima de la industria petroquímica. Esta industria ha tenido altibajos como el resto; sin embargo, hoy su estado es bueno y está en constante crecimiento.

—Brevemente, ¿cómo evoluciona la petroquímica en la Argentina?

—Durante la Segunda Guerra Mundial y a causa de la necesidad de sustituir productos importados cuya provisión había sido suspendida, se instalan las primeras plantas en la Argentina. Ese primer paso lo dio el Estado en 1943 con la fabricación de alcohol isopropílico por YPF y básicos aromáticos por Fabricaciones Militares. Eran plantas a escala piloto. En los años de la posguerra, hasta 1959, la actividad industrial petroquímica se incrementa con la producción de plásticos y fibras sintéticas; el mercado interno era incipiente y el objetivo era atenderlo con plantas adecuadas a esa demanda. Las leyes de Inversiones Extranjeras del '58 y







Petroquímica

LA FIEBRE DEL ORO NEGRO

El club del Plapiqui

Mientras Palito Ortega, Violeta Rivas y Johnny Tedesco se desgañitaban en el Club del Clan, ellos terminaban la carrera de Ingeniería Química en la Universidad del Sur y pensaban cómo formar su propio club. Junto a un grupo de docentes que compartía la misma inquietud se propusieron sentar las bases de un núcleo de relevancia nacional e internacional en su materia. Hace pocos meses festejaron los 25 años de vida del proyecto, que comenzó siendo un club y terminó en un modelo de integración universidad-industria que otros países intentan imitar.

Hoy no todos están en el "club". Algunos continúan investigando allí y ejerciendo la docencia siempre firmes a su idea original. Otros tienen cargos gerenciales en empresas químicas y petroquímicas o en otras instituciones académicas del país o del exterior. Lo que entonces parecía un sueño de juventud: "convertir a la Ingeniería Química en una disciplina motora de progreso", se hizo realidad. Sobre el trípode ideológico de docencia, investigación y extensión, se fundó la Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI) convirtiéndose en lo más semejante a un organismo vivo: es activo y cambiante y requiere una permanente introspección para mantener el delicado equilibrio de la supervivencia.

Primero se organizaron los laboratorios, talleres, se adquirió alguna bibliografía y se modernizó el contenido de las asignaturas de especialización de la carrera de Ingeniería Química. Se iniciaron modestos proyectos de investigación y la "Industrialización Integral de las Manzanas", junto a la provincia de Río Negro, se constituyó en la primera actividad de extensión y tema prioritario de investigación. El grupo creció y se empezó a hacer conocer. Llegaron los profesores de Yale, del MIT o del Imperial College de Inglaterra, hasta que en 1972 la ONUDI le otorgó un subsidio para equipamiento menor. Después vinieron los convenios con empresas. Hasta que se produce la definitiva institucionalización a través de su integración al sistema de Institutos del CONICET. Petroquímica y tecnología de alimentos serían las dos áreas fuertes del PLAPIQUI del futuro, ambas al servicio del desarrollo regional.

Cuenta la historia que llegó al país, en 1976, una misión del PNUD para evaluar un proyecto de asistencia técnica propuesto por PLAPIQUI. Concretarlo significaba unificar los intereses del CONICET, la UNS y las empresas miembro del Polo Petroquímico Bahía Blanca para impulsar la creación y transferencia de tecnología hacia el sector industrial. El sistema pasó a llamarse PLAPIQUI / PIDCOP (Programa de I-D para el Complejo Petroquímico Bahía Blanca) y hoy goza de una dinámica relación entre los sectores académico, científico - tecnológico e industrial que exporta su modelo al interior del país y al mundo en vías de desarrollo.

Por Susana Mammini

Que la Tierra es el reino del revés ya lo dice María Elena Walsh en sus canciones. Mientras a los países subdesarrollados recién están llegando las alfombras sintéticas, el mundo rico se desvive por los tapices persas. Mientras en la Argentina las industrias bajan sus persianas, una de ellas no sólo sobrevive sino que se da el lujo de crecer: la petroquímica.

El maldito "oro negro" que alumbró las calles de principios de siglo, se convirtió en el combustible marítimo, pasó luego a hacer andar los automóviles y hasta voló por los aires del brazo de los aviones y despertó su propia fiebre en la Texas del 1900, es hoy la base de las materias primas con las que se fabrica la vestimenta del mundo actual, los fertilizantes de nuestras gastadas tierras, las pinturas que remozan barcos y viviendas o los explosivos con que se desata una guerra.

Argentina es autosuficiente en petróleo, tiene bastantes recursos en hidrocarburos y una capacidad industrial instalada equivalente al 10% de América latina. Ocupa el lugar 56 en el ranking mundial de facturación de productos de petróleo. Sin embargo, la continua variación de las reglas de juego, la incoherencia existente entre la legislación y sus modos de aplicación, la política de apertura del mercado local a la importación de toda clase de productos manufacturados impuesta por la dictadura económica de Martínez de Hoz y las restricciones al uso de divisas, aparecen como las razones políticas que frenaron la inversión en el sector.

Recientemente, el ministro Rapanelli dijo que el futuro de la Argentina está en el petróleo y en el campo. Para demostrarlo, el pasado viernes 4 la vieja Texaco invirtió 25 millones de dólares en tareas de explotación de hidrocarburos anunciando su intención de comprar 300 estaciones de servicio y una destilería. El Plan Houston toca las trompetas de la caballería norteamericana. Argentina deberá templar el arpa de la investigación científica y tecnológica si quiere hacer del petróleo la soga que la sacará del pozo en que está sumergida.

Futuro conversó con el ingeniero Miguel de Santiago, ex investigador del CONICET en el área petroquímica, actual docente de la Universidad Nacional de La Plata y asesor de la presidencia de Petroquímica Bahía Blanca. El confirmó que sin investigación científica no hay petróleo que valga.

—Ingeniero, ¿puede decirse que la Argentina es un país petrolero?

—No podemos decir que Argentina sea un país petrolero, pero sí que tenemos recursos suficientes y muchas áreas inexploradas. Tenemos mucho gas asociado al petróleo, lo que se denomina "gases licuados" que constituyen la materia prima de la industria petroquímica. Esta industria ha tenido altibajos como el resto; sin embargo, hoy su estado es bueno y está en constante crecimiento.

—Brevemente, ¿cómo evoluciona la petroquímica en la Argentina?

—Durante la Segunda Guerra Mundial y a causa de la necesidad de sustituir productos importados cuya provisión había sido suspendida, se instalan las primeras plantas en la Argentina. Ese primer paso lo dio el Estado en 1943 con la fabricación de alcohol isopropílico por YPF y básicos aromáticos por Fabricaciones Militares. Eran plantas a escala piloto. En los años de la posguerra, hasta 1959, la actividad industrial petroquímica se incrementa con la producción de plásticos y fibras sintéticas; el mercado interno era incipiente y el objetivo era atenderlo con plantas adecuadas a esa demanda. Las leyes de Inversiones Extranjeras del '58 y la de Promoción Industrial del '59, simultáneamente a la expansión en el mundo de la industria del petróleo iniciaron una segunda etapa: se instalaron plantas para producir unos 30 productos petroquímicos, hubo inversiones locales y extranjeras que se estimaron en 300 millones de dólares para la década con producciones anuales cercanas a las 500.000 toneladas. Recién en 1970 se comenzó a debatir la necesidad de desarrollar la industria petroquímica nacional con escalas de producción de nivel internacional y se autorizó la instalación de Petroquímica General Mosconi (PGM); en el '71 se creó Petroquímica Bahía Blanca con un 51% de participación estatal. PGM se inauguró en plena crisis petrolera con un excelente mercado externo y pudo capitalizar a su favor las ventajas promocionales del decreto 592/73. En 1979 se dictó un decreto de Promoción de la Petroquímica, pero en contraposición se abrieron los mercados y se produjo una seria crisis en el sector, al igual que en otros industriales.

—¿Esto generó dudas acerca de la necesidad de una petroquímica argentina?

—Efectivamente, se pensó que si la petroquímica no podía competir internacionalmente, no tenía objeto seguir instalando plantas. Así se suspendieron créditos a las empresas del Polo Bahía Blanca y progresivamente se paralizaron las obras. En 1984, fueron reiniciadas alcanzándose la financiación y puesta en marcha recién en 1987. Fuera de los Complejos de Bahía Blanca y Ensenada sólo se han construido cuatro proyectos importantes en los últimos años. A pesar de la situación adversa, en la que intervinieron diversos factores económicos y políticos, siempre ha existido una larga lista de proyectos a consideración de la Secretaría de la Industria, que tiene aceptable rentabilidad y un alto componente de exportación.

—A pesar de los avatares sufridos ésta es una industria que crece en la Argentina, ¿cómo se explica esto?

—Crece porque se da una coyuntura favorable: existen materias primas a precios competitivos, al menos hasta ahora; existe una capacidad profesional y empresarial como para manejar la industria y existen mercados de exportación. Si nos limitáramos al mercado interno el sector no podría crecer. Por otra parte, para que estas industrias sean rentables hay que elevarlas a un nivel de tamaño a escala internacional. Esto hace que los empresarios estén obligados a pensar en diseñar sus plantas con una sobrecapacidad exportadora, de lo contrario, no crecen económicamente hablando pues se produciría a precios exagerados para el mercado interno y no serían competitivos para las industrias que usan productos petroquímicos como materias primas.

—¿Para qué sirve hacer investigación en el sector petroquímico argentino si la mayoría de las tecnologías son importadas?

—Comencemos diciendo que científicos, técnicos e ingenieros son el elemento más importante en el desarrollo tecnológico de un país. Sumemos a ello que Argentina ya tiene desarrollada una importante estructura educacional a este nivel. En 1987 se registró una matrícula de 78.479 estudiantes y en 1986 egresaron 14.256 graduados del sistema sobre 391 establecimientos en las áreas de electromecánica, construcciones, mecánica, electrónica, química, computación, etcétera, y la industria petroquímica se provee de su personal de planta y de laboratorio de este sistema. A nivel universitario, la formación enciclopédica, con contenidos rígidos con poca propensión al cambio, no permiten desarrollar intensivamente la creatividad y la innovación, pero se compensa por una extensa matrícula. Pensemos que una planta recién instalada debe ser ajustada y si está programada para producir 50.000 toneladas al año y llega a producir 70.000 toneladas, es gracias al esfuerzo y conocimiento de científicos y técnicos. Por otra parte, es necesario estar en la cresta de la ola en lo que hace al surgimiento de nuevos materiales que seguramente revolucionarán todo el sistema productivo y esto es ciencia. Y, si bien tenemos que comprar tecnología de procesos porque aquí no tenemos los recursos humanos ni materiales para desarrollar las propias, probarlas, etcétera, hay que tener conocimientos previos para adaptarlas a nuestras necesidades. Y esto no se logra sin apoyo del sistema científico tecnológico.

—Aun así, ¿se han conseguido desarrollos propios?

—Sí, se hacen algunos catalizadores, se han analizado métodos de prueba de catalizadores, se han propuesto formas de recuperación de los mismos, metodologías para el diseño y análisis y algunas tecnologías para columnas de destilación. Sin embargo, no dejan de ser un apoyo a la tecnología básica, que es importada. Aun cuando se incrementara el exiguo presupuesto de CyT actual en 10 o 15 veces sólo serviría para desarrollar 1 o 2 procesos aquí.

—Científicamente, ¿en qué podemos decir que somos "fuertes" en el sector petroquímico?

—Argentina es "fuerte" en catalizadores, en polímeros (que son los llamados "plásticos de ingeniería" y que constituyen un capítulo de la revolución que los nuevos materiales pueden provocar en el mundo) y hay excelentes grupos de Química Fina, es decir profesionales que trabajan con productos químicos que se producen en pequeñas cantidades y son de uso restringido.

—¿Cuáles cree usted que deben ser las principales líneas de investigación para los próximos diez años?

—Para estar en la "cresta de la ola" hay que intensificar los estudios en polímeros, basta pensar en la revolución que los nuevos materiales pueden provocar. Cambiaría toda la industria por la sustitución de los metales. La Informática debe estar cada vez más desarrollada a nivel industrial petroquímico y la Química Fina, porque es el área en que se pueden hacer desarrollos propios.

—¿Para qué sirven las computadoras en una planta petroquímica?

—Para ejercer automáticamente todo el control de las mismas. Argentina necesita recursos humanos en esta área que exige conocimientos sobre las plantas modelos, además del análisis de sistemas. Ese esfuerzo tenemos que hacerlo porque resulta antieconómico traer expertos extranjeros que ganan en un día lo que nosotros en un mes.

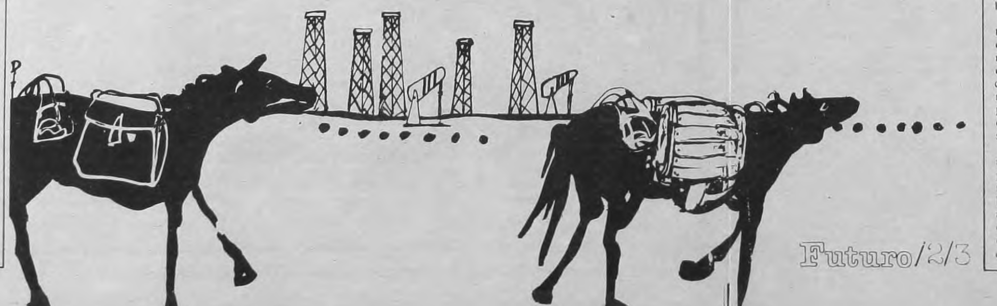
—¿Hay algún ejemplo en la Argentina de vinculación entre el sector científico y la empresa, en el área petroquímica?

—Sí, ese ejemplo es el PLAPIQUI (Planta Piloto de Ingeniería Química) (ver recuadro), en Bahía Blanca, modelo a nivel internacional que hoy es mostrado al mundo en vías de desarrollo como ejemplo de organización, de desarrollo de un polo innovativo y que, de hecho, está siendo tomado como ejemplo a nivel nacional.

EVOLUCION DE LA CAPACIDAD INSTALADA
Productos petroquímicos totales

2.5
2
1.5
1
0.5
0
1955 1960 1962 1964 1966 1968 1970 1972 1974 1976 1978 1980 1982 1984 1986
Capacidad instalada (MM de Ton.)

EN EL LABORATORIO ESTUVIMOS ANALIZANDO LA CONTAMINACIÓN DE TODOS LOS RÍOS DE LA ZONA Y NOS HEMOS LLEVADO UNA GRAN SORPRESA
¿QUÉ ENCONTRARON?
UN ALTO PORCENTAJE DE AGUA
DANIEL PAZ-RUDY



Opinión

Por Matías J. Spangenberg

Ciencia y arte: parecido y diferente

La creatividad. Esta palabra hipnótica hechiza el entendimiento y abruma nuestra lógica. Es condición deseada de toda tarea, imprescindible en la investigación científica y en la producción artística.

¿Quiénes son los creativos? En primer lugar son aquellos que poseen el "don" difuso y fantástico de combinar asociaciones y elementos de una porción de la realidad y hacerlo en forma novedosa. A los creadores y artistas la imaginación popular los supone rebeldes, inconformistas y desordenados... mientras que a los científicos se los representa achacosos y pulcros, sesudos y altaneros con una racional capacidad lógica implacable. Sin embargo, todos los que merodean por los caminos de la ciencia saben que la famosa "intuición" es el elemento sustancial de cualquier descubrimiento creativo.

En primer lugar la ciencia y el arte comparten un mismo origen. Desde el más remoto pasado en la oscuridad milenaria de los tiempos se generaron los mitos, fundados en la necesidad de ordenar la experiencia de caos de la naturaleza. Erigidos en los pueblos primitivos para contestar a través del arte las preguntas eternas sobre el origen de la vida, los dioses y el cosmos.

Los mitos contuvieron en potencia durante siglos los elementos psicológicos vitales que se encuentran en la ciencia actual. De los rituales proceden las artes como el teatro, desde donde comenzó la fascinante imaginación del hombre a formar la base de la sistemática observación de la realidad como experiencia objetiva. Esto, en definitiva, fue lo que en el pueblo griego hizo posible el pensamiento científico.

En *La República*, Platón relacionaba esta unidad entre el arte y la ciencia en la tarea del pintor y el astrónomo, a la sazón el científico más encumbrado de la época: "... el orden de los cielos puede utilizarse como modelo que ayude al estudio de la realidad, exactamente como lo haría quien se encontrase con diagramas dibujados con especial cuidado y elaboración por Dédalo o cualquier otro pintor o artesano..."

En segundo lugar la ciencia comparte con el arte que ambas buscan la integración de un nuevo ordenamiento de los fenómenos. El espíritu de descubrimiento permanente las hermana en una misma raíz psicológica y comparten las motivaciones, impulsos e inquietudes que subyacen en sus actores, que incesantes y obstinados asumen la titánica tarea de encontrar nuevas expresiones de la "realidad".

Un matemático eminente como Poincaré fue de los primeros que reconoció la influencia de la psiquis no consciente en el proceso creador y resaltó la "iluminación súbita" que aparecía misteriosa en su trabajo. También un filósofo como Bergson considera el esfuerzo de la invención como un proceso que va de un "esquema del todo" hacia una progresiva concreción en imágenes de lo abstracto a lo concreto. Cualquier artista se identificaría con ello.

En tercer lugar, los científicos se valen de métodos (un camino), de estadísticas (cálculos de frecuencias), hipótesis (suposiciones probables), teorías (conjunto de leyes), en fin una parafernalia de exigencias y normas que reglan su actividad. Todo ello no es más que un conjunto de instrumentos útiles para enfrentar la lógica de la demostración; son sólo principios explicativos. Todo hombre de ciencia sabe y acepta que la lógica del descubrimiento, esa capacidad de crear relaciones inéditas no es cuestión de leyes y normas formales, parece más bien el resultado de misteriosos poderes que nadie comprende, en el que el reconocimiento inconsciente de una armonía o belleza debe desempeñar un papel importante.

Malraux ha escrito: "... todo artista llega a transformar el significado del mundo que él domina transmutándolo en formas que ha seleccionado o inventado, igual que el filósofo lo reduce a conceptos y el físico a leyes..." Por otra parte, la rebelión a aceptar el mundo y la disposición a modificarlo los convierte en duchos especialistas en una técnica determinada. Expertos en algún instrumento: así sea un bisturí, un pincel, una espátula, un microscopio o un torno... esto les permite abordar su tarea con suprema excelencia. (Se dice que Picasso pasó años de su vida jugando con un pincel entre sus manos, hasta conocer cada pulgada del mismo y convertirlo en la prolongación de su mano.)

En cuarto lugar los hombres del arte y de la ciencia comparten una metodología: tienen en común la permanente disposición al ensayo y error. Sólo la insatisfacción del error motiva a continuar la tarea hasta los límites de lo humano. Ellos buscan denodados la simplicidad y la simetría; estructuran lo discontinuo en unidades "totales" y se enfrentan a un enemigo histórico común: resolver la díada temática de la permanencia y el cambio de los fenómenos... la vida y la muerte.

Por último, el arte y la ciencia tienen en común el mismo problema, enfrentar las representaciones fundamentalistas y acabadas que explican el mundo en forma dogmática la Edad Media con su penumbrosa Inquisición lo demuestra. Sabido es que los propios pares suelen ser los más resistentes detractores frente a los cambios. Tanto en pintura, música, escultura o literatura como en ciencia las novedades deben enfrentarse a los rugientes vientos huracanados de lo establecido, el statu quo que se arraiga en las conciencias y defiende a ultranza lo existente.

La clave del auténtico creador es poseer un cierto coraje o valentía de pensamiento, una disciplina férrea y una disposición a vencer los miedos, los prejuicios y el rechazo.

Los creadores deben mantener su espíritu como una sólida fortaleza que les permita resistir y perseverar más alla de las adversidades. Ellos persiguen la quimera incesante de lograr reproducir las armonías perfectas de la naturaleza: artista y científico lo logran sólo en la creación, como única respuesta y grito que expresa la libertad del hombre.

** Matías J. Spangenberg es sociólogo y docente de la Facultad de Ciencias Sociales de la UBA.*



la de Promoción Industrial del '59, simultáneamente a la expansión en el mundo de la industria del petróleo iniciaron una segunda etapa: se instalaron plantas para producir unos 30 productos petroquímicos, hubo inversiones locales y extranjeras que se estimaron en 300 millones de dólares para la década con producciones anuales cercanas a las 500.000 toneladas. Recién en 1970 se comenzó a debatir la necesidad de desarrollar la industria petroquímica nacional con escalas de producción de nivel internacional y se autorizó la instalación de Petroquímica General Mosconi (PGM); en el '71 se creó Petroquímica Bahía Blanca con un 51% de participación estatal. PGM se inauguró en plena crisis petrolera con un excelente mercado externo y pudo capitalizar a su favor las ventajas promocionales del decreto 592/73. En 1979 se dictó un decreto de Promoción de la Petroquímica, pero en contraposición se abrieron los mercados y se produjo una seria crisis en el sector, al igual que en otros industriales.

—¿Esto generó dudas acerca de la necesidad de una petroquímica argentina?

—Efectivamente, se pensó que si la petroquímica no podía competir internacionalmente, no tenía objeto seguir instalando plantas. Así se suspendieron créditos a las empresas del Polo Bahía Blanca y progresivamente se paralizaron las obras. En 1984, fueron reiniciadas alcanzándose la financiación y puesta en marcha recién en 1987. Fuera de los Complejos de Bahía Blanca y Ensenada sólo se han construido cuatro proyectos importantes en los últimos años. A pesar de la situación adversa, en la que intervinieron diversos factores económicos y políticos, siempre ha existido una larga lista de proyectos a consideración de la Secretaría de la Industria, que tiene aceptable rentabilidad y un alto componente de exportación.

—A pesar de los avatares sufridos ésta es una industria que crece en la Argentina, ¿cómo se explica esto?

—Crece porque se da una coyuntura favorable: existen materias primas a precios competitivos, al menos hasta ahora; existe una capacidad profesional y empresarial como para manejar la industria y existen mercados de exportación. Si nos limitáramos al mercado interno el sector no podría crecer. Por otra parte, para que estas industrias sean rentables hay que elevarlas a un nivel de tamaño a escala internacional. Esto hace que los empresarios estén obligados a pensar en diseñar sus plantas con una sobrecapacidad exportadora, de lo contrario, no crecen económicamente hablando pues se produciría a precios exagerados para el mercado interno y no serían competitivos para las industrias que usan productos petroquímicos como materias primas.

—¿Para qué sirve hacer investigación en el sector petroquímico argentino si la mayoría de las tecnologías son importadas?

—Comencemos diciendo que científicos, técnicos e ingenieros son el elemento más importante en el desarrollo tecnológico de un país. Sumemos a ello que Argentina ya tiene desarrollada una importante estructura educacional a este nivel. En 1987 se registró una matrícula de 78.479 estudiantes y en 1986 egresaron 14.256 graduados del sistema sobre 391 establecimientos en las áreas de electromecánica, construcciones, mecánica, electrónica, química, computación, etcétera, y la industria petroquímica se provee de su personal de planta y de laboratorio de este sistema. A nivel universitario, la formación enciclopédica, con contenidos rígidos con poca propensión al cambio, no permiten desarrollar intensivamente la creatividad y la innovación, pero se compensa por una extensa matrícula. Pensemos que una planta recién instalada debe ser ajustada y si está programada para producir 50.000 toneladas al año y llega a producir 70.000 toneladas, es gracias al esfuerzo y conocimiento de científicos y técnicos. Por otra parte, es necesario estar en la cresta de la ola en lo que hace al surgimiento de nuevos materiales que seguramente revolucionarán todo el sistema productivo y esto es ciencia. Y, si bien tenemos que comprar tecnología de procesos porque aquí no tenemos los recursos humanos ni materiales para desarrollar las propias, probarlas, etcétera, hay que tener conocimientos previos para adaptarlas a nuestras necesidades. Y esto no se logra sin apoyo del sistema científico tecnológico.

—Aun así, ¿se han conseguido desarrollos propios?

—Sí, se hacen algunos catalizadores, se han analizado métodos de prueba de catalizadores, se han propuesto formas de recuperación de los mismos, metodologías para el diseño y análisis y algunas tecnologías para columnas de destilación. Sin embargo, no dejan de ser un apoyo a la tecnología básica, que es importada. Aun cuando se incrementara el exiguo presupuesto de CyT actual en 10 o 15 veces sólo serviría para desarrollar 1 o 2 procesos aquí.

—Científicamente, ¿en qué podemos decir que somos "fuertes" en el sector petroquímico?

—Argentina es "fuerte" en catalizadores, en polímeros (que son los llamados "plásticos de ingeniería" y que constituyen un capítulo de la revolución que los nuevos materiales pueden provocar en el mundo) y hay excelentes grupos de Química Fina, es decir profesionales que trabajan con productos químicos que se producen en pequeñas cantidades y son de uso restringido.

—¿Cuáles cree usted que deben ser las principales líneas de investigación para los próximos diez años?

—Para estar en la "cresta de la ola" hay que intensificar los estudios en polímeros, basta pensar en la revolución que los nuevos materiales pueden provocar. Cambiaría toda la industria por la sustitución de los metales. La Informática debe estar cada vez más desarrollada a nivel industrial petroquímico y la Química Fina, porque es el área en que se pueden hacer desarrollos propios.

—¿Para qué sirven las computadoras en una planta petroquímica?

—Para ejercer automáticamente todo el control de las mismas. Argentina necesita recursos humanos en esta área que exige conocimientos sobre las plantas modelos, además del análisis de sistemas. Ese esfuerzo tenemos que hacerlo porque resulta antieconómico traer expertos extranjeros que ganan en un día lo que nosotros en un mes.

—¿Hay algún ejemplo en la Argentina de vinculación entre el sector científico y la empresa, en el área petroquímica?

—Sí, ese ejemplo es el PLAPIQUI (Planta Piloto de Ingeniería Química) (ver recuadro), en Bahía Blanca, modelo a nivel internacional que hoy es mostrado al mundo en vías de desarrollo como ejemplo de organización, de desarrollo de un polo innovativo y que, de hecho, está siendo tomado como ejemplo a nivel nacional.





Ciencia y arte: parecido y diferente

La creatividad. Esta palabra hipnótica hechiza el entendimiento y abruma nuestra lógica. Es condición deseada de toda tarea, imprescindible en la investigación científica y en la producción artística.

¿Quiénes son los creativos? En primer lugar son aquellos que poseen el "don" difuso y fantástico de combinar asociaciones y elementos de una porción de la realidad y hacerlo en forma novedosa. A los creadores y artistas la imaginación popular los supone rebeldes, inconformistas y desordenados... mientras que a los científicos se los representa achacosos y pulcros, sesudos y altaneros con una racional capacidad lógica implacable. Sin embargo, todos los que merodean por los caminos de la ciencia saben que la famosa "intuición" es el elemento sustancial de cualquier descubrimiento creativo.

En primer lugar la ciencia y el arte comparten un mismo origen. Desde el más remoto pasado en la oscuridad milenaria de los tiempos se generaron los mitos, fundados en la necesidad de ordenar la experiencia de caos de la naturaleza. Erigidos en los pueblos primitivos para contestar a través del arte las preguntas eternas sobre el origen de la vida, los dioses y el cosmos.

Los mitos contuvieron en potencia durante siglos los elementos psicológicos vitales que se encuentran en la ciencia actual. De los rituales proceden las artes como el teatro, desde donde comenzó la fascinante imaginación del hombre a formar la base de la sistemática observación de la realidad como experiencia objetiva. Esto, en definitiva, fue lo que en el pueblo griego hizo posible el pensamiento científico.

En *La República*, Platón relacionaba esta unidad entre el arte y la ciencia en la tarea del pintor y el astrónomo, a la sazón el científico más encumbrado de la época:"... el orden de los cielos puede utilizarse como modelo que ayude al estudio de la realidad, exactamente como lo haría quien se encontrase con diagramas dibujados con especial cuidado y elaboración por Dédalo o cualquier otro pintor o artesano..."

En segundo lugar la ciencia comparte con el arte que ambas buscan la integración de un nuevo ordenamiento de los fenómenos. El espíritu de descubrimiento permanente las hermana en una misma raíz psicológica y comparten las motivaciones, impulsos e inquietudes que subyacen en sus actores, que incesantes y obstinados asumen la titánica tarea de encontrar nuevas expresiones de la "realidad".

Un matemático eminente como Poincaré fue de los primeros que reconoció la influencia de la psiquis no consciente en el proceso creador y resaltó la "iluminación súbita" que aparecía misteriosa en su trabajo. También un filósofo como Bergson considera el esfuerzo de la invención como un proceso que va de un "esquema del todo" hacia una progresiva concreción en imágenes de lo abstracto a lo concreto. Cualquier artista se identificaría con ello.

En tercer lugar, los científicos se valen de métodos (un camino), de estadísticas (cálculos de frecuencias), hipótesis (suposiciones probables), teorías (conjunto de leyes), en fin una parafernalia de exigencias y normas que reglan su actividad. Todo ello no es más que un conjunto de instrumentos útiles para enfrentar la lógica de la demostración; son sólo principios explicativos. Todo hombre de ciencia sabe y acepta que la lógica del descubrimiento, esa capacidad de crear relaciones inéditas no es cuestión de leyes y normas formales, parece más bien el resultado de misteriosos poderes que nadie comprende, en el que el reconocimiento inconsciente de una armonía o belleza debe desempeñar un papel importante.

Malraux ha escrito: "... todo artista llega a transformar el significado del mundo que él domina transmutándolo en formas que ha seleccionado o inventado, igual que el filósofo lo reduce a conceptos y el físico a leyes..." Por otra parte, la rebelión a aceptar el mundo y la disposición a modificarlo los convierte en duchos especialistas en una técnica determinada. Expertos en algún instrumento: así sea un bisturí, un pincel, una espátula, un microscopio o un torno... esto les permite abordar su tarea con suprema excelencia. (Se dice que Picasso pasó años de su vida jugando con un pincel entre sus manos, hasta conocer cada pulgada del mismo y convertirlo en la prolongación de su mano.)

En cuarto lugar los hombres del arte y de la ciencia comparten una metodología: tienen en común la permanente disposición al ensayo y error. Sólo la insatisfacción del error motiva a continuar la tarea hasta los límites de lo humano. Ellos buscan denodados la simplicidad y la simetría; estructuran lo discontinuo en unidades "totales" y se enfrentan a un enemigo histórico común: resolver la díada temática de la permanencia y el cambio de los fenómenos... la vida y la muerte.

Por último, el arte y la ciencia tienen en común el mismo problema, enfrentar las representaciones fundamentalistas y acabadas que explican el mundo en forma dogmática la Edad Media con su penumbrosa Inquisición lo demuestra. Sabido es que los propios pares suelen ser los más resistentes detractores frente a los cambios. Tanto en pintura, música, escultura o literatura como en ciencia las novedades deben enfrentarse a los rugientes vientos huracanados de lo establecido, el statu quo que se arraiga en las conciencias y defiende a ultranza lo existente.

La clave del auténtico creador es poseer un cierto coraje o valentía de pensamiento, una disciplina férrea y una disposición a vencer los miedos, los prejuicios y el rechazo.

Los creadores deben mantener su espíritu como una sólida fortaleza que les permita resistir y perseverar más allá de las adversidades. Ellos persiguen la quimera incesante de lograr reproducir las armonías perfectas de la naturaleza: artista y científico lo logran sólo en la creación, como única respuesta y grito que expresa la libertad del hombre.

** Matías J. Spangenberg es sociólogo y docente de la Facultad de Ciencias Sociales de la UBA.*



DE MOZART A LOS GENES

Si Kepler habló de la "música de las esferas", ¿por qué no habría de haber una "música de los genes"? Y si el ADN tiene sus notas, ¿no será la vida una partitura bien tocada?

Por Sergio A. Lozano/C&T

Con esta sinfonía de voces el hombre puede tocar la eternidad del tiempo en menos de una hora, y puede saborear en una pequeña medida el deleite de Dios, Artista Supremo... Me abandono libremente al frenesí sagrado... porque la suerte está echada y estoy escribiendo el libro que será leído ahora o en la posteridad, no importa. Puede esperar un siglo para encontrar un lector, al igual que Dios esperó seis mil años para tener un testigo." Con estas palabras y con poca modestia por cierto, el astrónomo alemán Johannes Kepler resumía su emoción al concluir los estudios, a comienzos del siglo XVII, que explicaban el movimiento de los planetas alrededor del sol. La falta de modestia del alemán no es censurable: las leyes de Kepler se cumplen en todo el universo.

La "sinfonía de voces" de la que hablaba el astrónomo se engloba en un concepto más generalizador: para Kepler el orden y la belleza del movimiento planetario podían pensarse en un sentido musical, la llamada armonía de las esferas.

Susumu Ohno, del Centro de Investigaciones Beckman, de Duarte, California, Estados Unidos, pensó que esta armonía podía extenderse al material genético humano. Cuando los términos ingeniería genética, psicología genética y otros no menos extraños son moneda corriente en diarios y revistas, una nueva disciplina se agrega a las ya existentes: la música genética o música de los genes, una forma diferente de composición musical o, quizá, la posibilidad de escuchar una melodía que se remonta a las primeras épocas de la vida del hombre en la Tierra.

La historia de la Tierra, que lleva caminados unos 4600 millones de años, podría dividirse en dos: antes y después del ADN o ácido desoxirribonucleico, la única estructura química capaz de autorreplicarse y piedra fundamental en la génesis y evolución de los seres vivos.

El ADN, resultado de miles de combinaciones de moléculas simples en la sopa orgánica primitiva, constituye el material genético hereditario presente en todas y cada una de las células humanas y no tan humanas: bacterias, virus, hongos, animales y plantas manejan el mismo código genético. Las diferencias entre un organismo y otro quedan dadas por las distintas instrucciones en la también llamada molécula de la vida. Los miles de años de evolución y la selección impuesta por el ambiente moldearon esta molécula hasta llegar a una especie capaz de entender sus códigos: la especie humana.

La molécula de ADN puede pensarse como una larguísima escalera caracol con sólo cuatro clases distintas de escalones, los nucleótidos, que se simbolizan con las cuatro letras A, T, C y G. En el ordenamiento de estos cuatro escalones a lo largo de la escalera se guarda la información necesaria para sintetizar las proteínas indispensables para la vida. Un gen es un segmento de ADN con una determinada secuencia A-T-C-G donde residen las órdenes para crear una proteína dada.

El famoso astrónomo norteamericano Carl Sagan denominó a los nucleótidos —serie televisiva "Cosmos" mediante— como "las notas con las que escribimos la partitura de la vida". El doctor S. Ohno no dejó pasar la metáfora. Asignó a cada uno de los nucleótidos dos notas musicales, dicho más claramente: re = A, mi = A, fa = G, sol = G, la = T, si = T, do = C y re = C.

El sistema decodificador bien pudo ser otro, sin embargo, la elección del código tuvo sus bases científicas: como las moléculas A y G son más pesadas que las de C y T, Ohno las eligió como las notas bases o más graves de la escala (tomó A precediendo a G), y como la química de la formación de la doble cadena de ADN indica que A se une a T y G lo hace con C es natural que en la escala musical T preceda a G.

A partir de estas convenciones sólo resta leer la partitura genética traduciéndola al lenguaje musical, darle un "tempo" para hacerla más audible y algunos cambios de clave o modulaciones a otros tonos distintos del de la escala madre para darle mayor riqueza a la composición musical.

Las técnicas de biología molecular permiten secuenciar el ADN, es decir leer cada una de las notas de la partitura genética. El conocimiento del gen que codifica la síntesis de una proteína que actúa en el metabolismo de los azúcares le permitió al doctor Ohno escribir en términos musicales el "estudio en re menor para violín, opus a determinar, del gen de la fosfogliceratoquinasa".

La sala de conciertos no fue la Scala de Milán ni el Royal Albert Hall de Londres sino el Centro de Genética Molecular del Centro Nacional para la Investigación Científica de Gif-sur-Yvette, Francia, ante un público sorprendido por la "nostalgie" que dejaba traslucir la melodía genética al escapar de las cuerdas del violín.

Las intenciones de Susumu Ohno trascienden lo musical. En realidad la música sería una herramienta más para comprender el misterio de la evolución. El citado investigador postuló hacia principios de la década del '70 una teoría que intenta explicar este enigma. La selección natural o selección por el medio ambiente de la que habló Darwin en el siglo pasado no puede considerarse, según S. Ohno, como "la fuerza creativa de la evolución sino simplemente como un agente de conservación de las funciones biológicas útiles desarrolladas en generaciones anteriores".

La evolución desde la primera molécula de ADN hasta el material genético de bacterias, plantas, animales, hombres y bichos afines se debe, según el investigador, a la duplicación de los genes, mecanismo que permitiría a partir de un gen, con una determinada función biológica, llegar a un nuevo gen con un rol diferente.

La copia originada por la duplicación postulada por el investigador sufriría cambios al azar —mutaciones— en el orden de los nucleótidos ATCG mientras que la otra copia, puede decirse el original, continuaría desempeñando el rol que cumplía hasta entonces.

La copia que sufrió las sucesivas mutaciones tendrá finalmente, si el azar la ayuda, una nueva función biológica que permitiría la evolución y, por ser útil a la supervivencia, este gen se conservaría en las generaciones siguientes por el efecto protector de la selección natural. Si no ocurriera la duplicación inicial, sostiene Ohno, entre el gen de partida y el de llegada se pasaría por genes intermediarios no funcionales, es decir inútiles, que pondrían en peligro la sobrevida de la especie.

Teoría evolutiva más, teoría menos, cuando Susumu Ohno se dedicó a estudiar la estructura química de cierto número de genes, biología molecular en mano, observó una regularidad más profunda que la que supuso inicialmente: en muchos casos los genes están formados por una serie de repeticiones de un motivo inicial, por ejemplo un ordenamiento dado de los nucleótidos A, T, C, G. Las monotonías de estas repeticiones se rompen por la aparición de otros motivos y sus variaciones. Se puede así analogar la construcción de un gen a la composición musical donde se encuentra un tema principal y sus variaciones y un tema secundario que se superpone brindando la complejidad necesaria a la obra.

Más allá de esta actividad lúdica donde se funde la biología molecular con la composición musical, donde no quedan bien marcados los límites de la seriedad, el humor y la farsa —para Susumu Ohno el tema central de un oncogen, un gen asociado al cáncer, puede transcribirse de manera idéntica a la marcha fúnebre de Chopin— la música genética permite a los oídos percibir una regularidad muy estricta en la construcción de los genes, quizá lejos del azar o demasiado cerca de una aleatoriedad bien controlada, y harto difícil de comprender, con sólo mirar, y no oír, una simple secuencia de letras ATCG a lo largo de la molécula de la vida.

Música, maestro

La información genética portada por los genes está escrita gracias a un alfabeto de cuatro letras (A-T-C-G) y simbolizan cada una un motivo químico diferente. El encadenamiento lineal de estas letras tiene un orden determinado para cada gen y puede leerse como un texto escrito. Utilizando el texto de los genes como una partitura musical Susumo Ohno creó una música de los genes. Las abreviaturas SER, LEU, ASN,etc., simbolizan los aminoácidos, estructuras químicas constitutivas de las proteínas. Un gen guarda la información para sintetizar una proteína y cada tres letras A-T-C-G queda determinado un aminoácido en la construcción de la molécula proteica.

